

[家庭・技術家庭]

「A材料と加工の技術」における題材開発 －材料の製造・加工方法等の基礎的な技術の仕組みについて－

樋口 雅樹*

1 主題設定の理由

近年、企業が求める人材像と資質・能力が、「社会に関心をもつこと」や「他者に何が課題かを説明し、理解を得て協働していくためのコミュニケーション力」、「課題解決に向けた企画力、実行力」などに変化している。その中でも、変化の激しい社会で、課題を見だし、チームで協力して解決する力が重視されてきている¹⁾。また、実社会における科学技術の進展には目覚ましいものがある。例えば、新エネルギー・産業技術総合開発機構nano tech (2014) が提唱する「未来の自動車は植物でつくる²⁾」とは、どういうことだろうか。ハイブリッドカーや電気自動車の研究分野では、従来のエンジンに代わる内燃機関の開発を進めるだけでなく、車体部品についても研究・開発が進んでいる。その一つに植物中にあるセルロースを、ナノレベルにまで分解し成形した「セルロースナノファイバー」を用いた材料がある。この強度は鋼鉄の約5倍、熱膨張率はガラスとほぼ同等という性質をもち、間伐材や廃材でも製造できることで注目されている。しかし、これら材質としての有望さと反対に生産コストが高く、実社会への利用方法はまだ検討段階である。このように、実社会の科学技術の研究では材料を新しく開発し、その特性について理解し、製品開発に用いられている。

技術・家庭科では、これまでも他者とかかわり合いながら作業を進めることなどを通して、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育ててきた。しかし、筆者のこれまでの実践では、製作場面で道具の使い方を教え合ったり、作業時に抑えてもらったりするなど、協働というよりも手助け的なかわりが多く、技術を適切に評価する力の育成には十分ではなかった。グローバル化の下、産業競争がますます激化する中で、我が国が科学技術創造立国として世界の産業をリードするためには、技術を活用して多様化する課題に創造的に取り組んだり、多様な技術を結び付けながら新たな価値を生み出したりすることができる人材が期待されている。そのような中、中学校学習指導要領（平成29年告示）解説技術・家庭編において、示された学習内容には「(1) 生活や社会を支える材料と加工の技術 ア 材料や加工の特性等の原理・法則と基礎的な技術の仕組み」が追加され、材料の組織を改良する方法や、断面形状や部材の構造を含めた材料を成形する方法などを生徒に理解することができるようにすることが求められた³⁾。

一方、筆者らが行った科学や技術に関する意識調査の結果⁴⁾から、「実習や作業、ものをつくるのが楽しい」と答えた生徒は94%であり、「自分で考えたり、工夫したりすることは好きですか」という項目では、87%の生徒が好きと答えている。また、「人とかわる活動は好きですか」の項目においても85%の生徒が好きと答えている。しかし、「技術の進歩と環境問題について考えたことがある」という項目に対して、肯定的な回答した生徒の割合は19%にとどまっている。

そこで、これからの技術と社会・環境とのかかわり、特に木質材料の特性と環境とのかかわりについての認識を深め、生徒が主体的に、かつ仲間とともに対話的な学習を推し進められるよう、その学習過程と教材を工夫したいと考え、本研究主題を設定した。

2 研究の目的

(1) 学習過程の工夫

材料と加工に関する技術と環境との関係は、題材の最後実践する指導計画が多い傾向にあるが、環境との関係を意識しやすいように、本題材の製作途中に小題材として配置する。

また、本題材中に実習する場を2つ設ける。1度目の実習を「試行活動」と位置付け、生徒全員で同じ学習活動を行

* 柏崎市立第一中学校

う。ここでは、木くずが再生利用される工程を理解すること、再生利用してできた木質材料の課題を明確にすることの2点を目的とする。

次に、2度目の実習を「改善の活動」と位置付ける。試行活動で明らかになった課題に対して、グループでその解決方法の検討をし、次回の実習に向けた計画を立てる。その計画を基に、課題の解決に向けて実践活動を行う。試行と改良の二度の実習を位置付けることで、思考力・判断力・表現力を協働で高め合う学習過程を体験させ、生徒自身の力で最適な解を導く姿を育成する。

(2) 学習課題・教材の工夫

実社会では、木質材料の製造は、大規模な工場で行われており、大掛かりな施設・設備が必要とされるため生徒が体験することは難しい。そのため、今まではDVDなどを使って映像を見せながら解説を行なってきた。しかし、大規模な設備がなくても身近なものを使用し、木質材料が製造できないかと、大学と共同で教材の開発を行い一人一人が本題材で出た木くずを使ってじょうぶな材料をつくる学習課題を設定することができた⁵⁾。そして、繰り返し製作活動に取り組むことができ、何度も検査可能な学習課題を通して、生徒の学習意欲が高まり、興味関心をもって問題の解決に向けて取り組めるようにする。

3 研究方法

(1) 題材名 よりよい木質材料を製造しよう

(2) 題材のねらい

- ・木質材料を製造する活動を通して、材料の性質についての理解を深める。
- ・木質材料を製造する活動を通して、循環型社会に向けた技術の長所と短所を評価する。

(3) 実施対象及び実施時期

- ① 実施対象 第1学年 28名(男子11名, 女子17名)
- ② 実施時期 平成30年6月
- ③ 生徒の実態

第1学年は4月に「D 情報の技術」について学習し、中学校入学までのスマホやタブレットの使い方を振り返った。5月から木材を主材料とした製作活動に取り組んでいる。8種類の設計図から自分の生活に必要なものを選び、本棚やラックなどを製作している。現在は、切断や切削を終え、組立作業に取り組んでいる。材料の性質については、金属や木材、プラスチックの比較を行い、木材に適した加工方法を学習したところである。

(4) 題材における評価

評価の観点	評価規準
生活や技術への関心・意欲・態度	技術が環境問題の原因と解決に深く関わっていることに気づき、技術の進展と環境との関係について関心を示している。
生活を工夫し創造する能力	産業に関わる廃棄物の問題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから検討するとともに、適切な解決策を見いだしている。
生活の技能	材料の生成に必要な機器を正しい使用方法に基づいて適切に操作している。
生活や技術についての知識・理解	材料に関する技術が社会や環境に果たしている役割と影響について理解している。

(5) 主な学習活動と手立て

① 1次の主な学習活動

- ・製作活動で生じた、木くずやかんなくずなどの廃棄物の量を量る。
- ・木質材料の製造方法を確認し、廃材や間伐材などの木片が再利用されていることを確認する。
- ・校舎内にある木質材料が使われている製品を調査する。

② 2次の主な学習活動

- ・ のこくずやかんなくずを、紙コップなどを用いて木質材料を製造し、感じたことを発表する（図1）。
- ・ 製造した木質材料の課題をグループで分析し、2度目の製造に向けた改善策を検討する。
- ・ 木質材料が工場で生成されている様子を動画で視聴する。

③ 3次の主な学習活動

- ・ 製造した木質材料の課題をグループで分析し、2度目の製造に向けた改善策を検討する。
- ・ 四種の木くずから、丈夫な木質材料を製造するのに適した配合を工夫し、2度目の製造に取り組む（図2）。

(6) 主な手立て

① 1次の主な手立て

- ・ 本製作題材「ラック」製作時に生徒が廃棄した木くずを用い、資源の再利用を意識づける。
- ・ 校舎内の製品から木質材料を調査する場面を設定し、身の回りにある技術に関心を向ける。

② 2次の主な手立て

- ・ 木質材料の組織への理解を深められるよう、実際に木質材料を製造する場面（試行の場面）を設ける。
- ・ 生徒が主体的且つ安全に実習に取り組めるよう、専門的な用具を使用せずに、実習にはミキサーやオーブンなどの家庭で用いられている用具を使用する。
- ・ 生徒が主体的且つ安全に実習に取り組めるよう、加熱しても有毒な気体が発生しないクエン酸を、接着剤として使用する。

③ 3次の主な手立て

- ・ 次時の製造への改良点を検討し実践できるよう、改良の場面として2度目の製造場面を設ける。
- ・ パーティクルボードやファイバーボードなど木質材料の種類への理解を広げるため、四種の木くずを準備する。

本題材では、技術分野の学習内容に応じて、PDCAサイクルを基とした動機→計画→実習→評価→改善という学習過程を設定する。調査活動や実習を位置付け、大量生産、大量消費社会の現状を把握したり、新素材の性質を理解したりする。それらの活動と評価の場を繰り返すことで提案内容を精査していく。

(7) 実践の記録

① 1次「木材と木質材料の違いを調査しよう」（1時間）

授業のはじめに、教師は「君たちのラックを製作するまでに、どれくらいのかくくずやかんなくずが出ただろうか」と質問した。生徒はこれまで製作していたラックの側板を確認し、のこぎりで切断したことや、かんなで切削したことを想起し、そのくずの量にイメージを膨らませる様子であった。そして、事前に大きなビニール袋にまとめておいた、のかくくずとかんなくずを確認し、「こんなにあったのか」「全く意識していなかった」と驚きの声を上げたり、廃棄物を意識していなかったことをつぶやいたりした。

次にラックの底板を確認した。側板とは違い、材質は木質材料のファイバーボードであった。教科書の内容を参照しながら、教師から木質材料の簡単な製造方法が説明され、木材と木質材料の違いを確認した。Aは、次のようにその分類をまとめた。

【Aの記述】

- ・ 木材：自然にある木から切り出したもの
- ・ 木質材料：砕かれた木材を重ねたり、集めて固めたりしたもの

その後、Aは「木のようなもので出来ている製品は、すべて木材だと思っていた。思い返せば、木質材料はいろいろな所に使われている。逆に木材が使われているのは少ないのではないかと」発言した。現在使用している机の表面を見



図1 紙コップを用いて製造した様子



図2 木くずを配合する生徒

ると、木の継ぎ目が多くあることを自分の目で確かめ、「これは集成材だ」という結論に至った。このような生徒の姿を踏まえ、教師は「他にどんなところで木質材料や木材は使われているだろうか」と問いかけた。生徒の各グループからは「教室の机の上の板は、横から見ると層になっている。合板だろうか」「ピアノって木材なのだろうか」などと声が上がっている。そこで、教師は学習課題「校舎内にある製品を調査しよう」を提示した。2人で1グループ編成とし、校舎西側と東側を自由に、木材や木質材料が含まれている製品の調査を実施した。あるグループでは、廊下に掛けられているコルクボードの板を発見し、さらにその近くに置かれている用具箱にも注目している。生徒は「この用具箱は木材ではないよね。木材はあれだもの」と隣に置かれている、 2×4 の木材で出来た棚と比較しながら記録した（図3）。

校舎内の調査が終わり、教室に戻った生徒に教師は、木材、木質材料、その他の材料が分かるようにまとめるよう、働きかけた。Aのグループは、教科書で確認しながら、ワークシートに材料名と製品名をまとめていった（図4）。



図3 用具箱内側の木質材料を確認する生徒

合板	集成材
1. コモンスペース 18番	1. 体育館
2. 机	2. 体育館の床
3. 机の上の部分	3. 全体
1. 多目的室	1. 18番 コモンスペース
2. 台	2. いる
3. 台の乗せる部分	3. 全体

図4 生徒がまとめたワークシート

② 2次「木片から木質材料を製造しよう」（3時間）

「君たちが出したのこくずやかんなくずを使って、木質材料を製造してみよう」と教師の働きかけに、生徒は「そんなことできるのですか」と驚いた様子を見せた。教師は、生徒に「実習に用いた材料、器具等と主な手順（表1）」を示し、製造方法を確認した。これらを活用して、生徒はグループごとにパーティクルボードの製造を始めた。使用機器にオーブンやミキサーであることを知った生徒は、「なんだか料理をするみたいだ」「クッキーを焼くみたいだ」と声を上げ、意欲的に実習に取り組む姿勢を見ている。生徒は、これまで実習で廃棄されていたのこくずやかんなくずをミキサーにかけ、「鯉節みたいだったものが、粉になっていく」と粉碎される木くずの様子をつぶさに観察することができた。

その後、生徒は電子天秤を用いて、粉碎した木くずを6g、クエン酸を3g計測し、クエン酸と混ぜ合わせた。混ぜ合わせた材料をアルミ板や紙コップ、C型クランプなどを使用して成型し、オーブンで加熱した。これらの学習活動を通じて、生徒は「これが熱圧成型という意味なんだな」と教科書の内容を振り返ることができた。20分の加熱時間を利用し、実社会での合板の製造方法を動画で視聴した。その中で、生徒は、大きな機械で木材が粉碎され、大きな炉のようなもので材料が加熱されている様子に気付くことができた。なお、実習に使用した用具を、図5に示す。このように、実社会での製造の様子を確認することで、生徒は「あ

表1 実習に用いた材料、器具等と主な手順

- ・材料
 - 食用クエン酸 3g
 - 木片（のこくず、かんなくず）6g
- ・主な機器や工具など
 - ミキサー、オーブン、C型クランプ
 - トルクレンチ、アルミ板、紙コップ
- ・主な手順
 - 手順1：ミキサーで木片の粉碎
 - 手順2：木片とクエン酸の計量と混合
 - 手順3：混合したものを紙コップに入れて、アルミ板で挟む
 - 手順4：C型クランプとトルクレンチで成型
 - 手順5：オーブンで20分間加熱
 - 手順6：表面の紙コップを破り摘出



図5 実習に使用した用具

の粉碎器の代わりに、教室ではミキサーを使ったんだね。」と、実習で使用した用具と実社会で使われている機器を比較することができた。生徒からは「廃材を再利用しているから環境にいいことだ」あるいは「高温圧着のあの熱量は、環境に悪いのではないかな」など、環境問題に関わる会話も行われている。このように、生徒は、環境への負荷や資源の再利用の視点、あるいは熱量の視点から学ぶ姿をみとることができた。

③ 3次「よりよい木質材料を製造しよう」(2時間)

オーブンから焼き上がるのを楽しみにしていたAは、図6に示すできあがったパーティクルボードを見てがく然とした。Aは「実際に使われている製品とはほど遠い。黒い焦げもあるし、なんだか柔らかくて使用できない」と嘆いた。そして、「もう一度製造してみたい。もっときれいで固いものを作りたい」と発言した。他の生徒も同様の反応であったため、話し合いの結果、2度目の製造に挑戦することを決定した。

このような生徒に、教師は「手触りや質感など五感を使って観察しなさい。そして製造したものの改良点を見付けなさい」と働きかけ、Aのグループでは、でき上がったパーティクルボードにある隙間を解消しようと話し合った。

触って手で押してみると、ふかふかとしていことに気付いたAは、「この隙間がなくなれば、もっと固くなるのではないかな。ハンバーグのつなぎにパン粉を使うように、のこくずを混ぜたら、この隙間が埋まるのではないだろうか」と、粉状であるのこくずをもっと利用することを提案することができた。このような話し合いを踏まえ、Aのグループでは、粉碎を十分行った粉状のもの、少し荒いもの、荒いもの、細長いもの、という4種類をグループごとの考えに基づいて配合することができた。配合の様子を図7に示す。

また、A以外のあるグループでは、黒い焦げ目から割れてしまうことに気付き、その解決に向けた話し合いがされた。その中では、「黒い焦げ目は触ると他の部分と違って、柔らかく湿っぽい」「実はさっきなめてみたのだけれど、とても酸っぱかった」という内容から、「つまり黒い焦げはクエン酸の固まりなのではないか」と発言する生徒がいた。この生徒は「理科の地層の授業で細かい粒と大きな粒は揺らすと分離することを学んだ。それと同じことが起きているのではないかな」と接着剤として用いたクエン酸の混ぜ方に焦点をあて、「振って混ぜると分離するのだから、積み重ねてつくってみよう」と提案していた。

その他のグループでも同様な話し合いが意欲的に行われ、製造実習における手順1から手順6(表1)までの工程を改良して、次時の2度目の製造実習に取り組んだ。図8に示すように、選ぶ材料の理由を明確にして、話し合いを行った。

その結果、図9に示すような木質材料としてのパーティクルボードを製造することができた。このような学習活動の成果を生徒は「やった。きれいにできた」と大きな歓声を上げ、大きな喜びをもって受け止めている姿があった。

その後、既製品の木質材料と強度の比較をしたり、木質材料と木材の価格の差をウェブサイトで調査したりしながら、木質材料の強度の特徴や価格をワークシートにまとめることができた。



図6 できあがったパーティクルボード



図7 四種類の木くずを配合する生徒

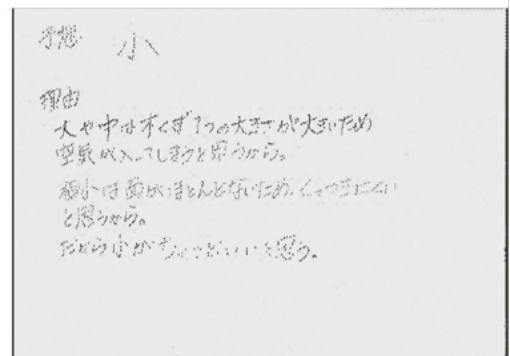


図8 粉状の木くずを選んだAの理由

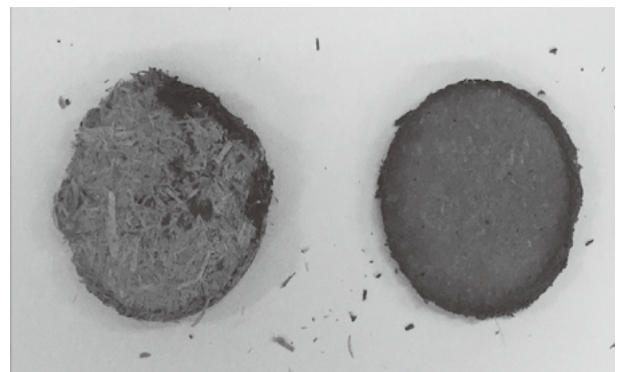


図9 2回の実習で製造した木質材料

4 成果と課題

(1) 学習過程の工夫

① 小題材の設定

本実践は、木材を主材料とした本製作題材を製作している間に行った小題材である。この小題材の配置により、生徒自身が実習で廃棄していた木くずをそのまま利用して、木質材料を製造する学習活動に取り組むことができた。このような学習活動を設定することで、実際に目の前で資源が再利用されていく様子を確認することができるため、実社会に実在し現に価値の有する技術について、生徒にとってより身近にとらえ、関わせるには有効であったと考える。しかし、製造した木質材料については、単なる試験材料としての利用であり、その用途が限られていることが課題である。生徒が自身の手で製造することができた木質材料を本製作題材に生かすことができると、木質材料の強度を増す必然性等が生まれ、より生徒の学習は深まると考える。

② 2回の実習の設定

木質材料の製造という、生徒にとって未知の活動は、話し合いをするには事前の共通理解を十分に行う必要がある。1回目の実習「試行活動」は、全員が製造実習に取り組むことで、製造方法と出来上がった材料の性質について、ほとんどの生徒が体験的に理解を深めることができ、有効であったと考える。更に2回目の実習「改善の活動」は、共通理解がなされた木質材料の性質の知識を基に、グループでの話し合いが活性化し、様々なアイデアが生まれ、本研究のねらいにせまるのに有効であったと考える。しかし、グループの話し合いの方法に課題が残ると考える。本実践では、製造した木質材料を基に、グループの話し合いを展開した。そのため、論理的ではない生徒の意見も飛び交うこともあった。科学的事実を踏まえた説明をもとにグループの話し合いが行われると、生徒の材料への理解はより深まると考える。

(2) 学習課題・教材の工夫

1次では、学習机や工具箱などに使用されている木質材料の調査を行った。また、2次では、自らが廃棄した木くずなどの木片から木質材料を製造した。ミキサーやオーブンなど身近にある器具を用いたことにより、生徒は主体的に実習に取り組むことが可能になり、木質材料を製造する仕組み「高温圧着」の現象を理解することができた。しかし、環境への負荷についての理解には課題が残る。資源の再利用を考えることを本実践では主の目的として捉えた。大半の生徒は、その目的を達成した。そして、わずかではあるが、オーブンから発生する熱を感じ取りエネルギー消費についても考える生徒がいた。しかし、その発見を授業に生かすことが本実践では行えなかった。資源を再利用する際に必要なエネルギーについて考える学習を展開できると、技術・家庭科の目標にさらに近づけると考える。

また、製造した木質材料の形状にも課題が残る。現在の方法だと小さな円形のものしか製造できず、強度試験を行える教材ではない。「よりよい木質材料」を目標に、生徒が実習に取り組む際に、その材料の評価規準として「強度」を入れられると、生徒の活動はより活発になると考える。強度試験の方法、もしくは強度を測れる木質材料に教材開発をすすめる、今回の成果が今後の活動に続くようにしたい。

引用参考文献

- 1) 上越教育大学附属中学校 教育研究協議会研究紀要・要項『「自律して学ぶ生徒」を育てる教育課程の研究開発』2010年
- 2) ナノセルロースフォーラム『図解よくわかるナノセルロース』2015年
- 3) 文部科学省『中学校学習指導要領解説技術・家庭編』2017年
- 4) 新潟県技術・家庭科研究会第1分科会『第56回関東甲信越地区中学校技術・家庭科研究大会新潟大会第1分科会資料』2017年
- 5) 石橋 政紀, 中村 光, 東原 貴志, 樋口 雅樹, 梅村 研二『クエン酸を用いた木質材料の簡易な製造方法の開発』日本産業技術教育学会誌, 2016年